

# 制震機能付き筋かい金物の耐震性能評価

## その6 地震応答解析による制震効果シミュレーション

在来軸組構法 筋かい 制震  
高減衰ゴム 地震応答解析 耐震補強

正会員 ○新原 剛\*  
同 申 吉峰\*  
同 古田 智基\*\*  
同 中尾 方人\*\*\*

### 1. はじめに

本報では、その3~5で報告した、筋かい耐力壁（制震機能付き筋かい金物（以下、制震金物）、既存金物）、合板耐力壁における骨格曲線が4折線で、最大耐力以降の負勾配、ピンチング効果が考慮できるWayne-Stewartモデルを用い、制震金物を実際に設置した木造住宅の制震効果（最大応答変位低減率）、ならびに設置時間・施工精度を報告する。

### 2. 制震効果及び設置時間・施工精度

#### 2.1 新築住宅 A

対象建物は、鹿児島県霧島市内にある、1F床面積66.50m<sup>2</sup>、2F床面積60.40m<sup>2</sup>、建物高さ8.26mの新築2階建て木造住宅である。1F、2Fすべての1P筋かいに制震金物を94個設置した。表1にBCJ L2-50kine及びJMA Kobe NS-50kineの制震効果（最大応答変位の低減率）を示す。最大51%の応答変位の低減が期待できる。

表1 制震効果

BCJ L2-50kine		新築A				
非制震	階方向		内部筋交	外周筋交	変形量 (cm)	非制震比
	2階	X	2	9	13.60	
		Y	7	3	12.68	
	1階	X	3	13	10.79	
Y		10	9	6.58		
1F・2F ALL 制震金物 (94個)	階方向		DIT	筋交	変形量 (cm)	非制震比
	2階	X	10	1	7.97	0.59
		Y	7	3	8.05	0.63
	1階	X	16	0	5.30	0.49
Y		14	5	3.47	0.53	

Kobe NS-50kine		新築A				
非制震	階方向		内部筋交	外周筋交	変形量 (cm)	非制震比
	2階	X	2	9	14.74	
		Y	7	3	16.93	
	1階	X	3	13	10.16	
Y		10	9	8.13		
1F・2F ALL 制震金物 (94個)	階方向		DIT	筋交	変形量 (cm)	非制震比
	2階	X	10	1	8.13	0.55
		Y	7	3	8.36	0.49
	1階	X	16	0	5.86	0.58
Y		14	5	4.09	0.50	

写真1, 写真2に設置状況の写真を示す。本物件で、制震金物10カ所、既存金物4カ所における設置時間及び施工精度の計測を行った。設置時間に関しては、金物1個と

筋かい1カ所（1本）の取付け時間を、施工精度に関しては、柱固定位置の高さ方向と横方向の誤差を計測した。概ね目標とした既存金物50秒/個に対して、+20%を目標値（ビス本数増分）とした制震金物60秒/個を満足した。施工精度に関しては、すべての設置箇所目標誤差の±5mm以下を満足した。



写真1 設置状況



写真2 設置状況

#### 2.2 新築住宅 B

対象建物は、鹿児島県霧島市内にある、1F床面積69.30m<sup>2</sup>、2F床面積36.19m<sup>2</sup>、建物高さ7.85mの新築2階建て木造住宅である。1Fのみすべての1P筋かいに制震金物を50個設置した。表2にBCJ L2-50kine及びJMA Kobe NS-50kineの制震効果（最大応答変位の低減率）を示す。最大48%の応答変位の低減が期待できる。

表2 制震効果

BCJ L2-50kine		新築B				
非制震	階方向		DIT	筋交	変形量 (cm)	非制震比
	2階	X	0	9	13.60	
		Y	0	8	12.68	
	1階	X	0	18	10.79	
Y		0	21	6.58		
1F 制震金物 (50個)	階方向		DIT	筋交	変形量 (cm)	非制震比
	2階	X	0	9	9.20	0.68
		Y	0	8	8.85	0.70
	1階	X	13	5	5.60	0.52
Y		12	9	4.50	0.68	

Kobe NS-50kine		新築B				
非制震	階方向		DIT	筋交	変形量 (cm)	非制震比
	2階	X	0	9	16.95	
		Y	0	8	14.53	
	1階	X	0	18	12.53	
Y		0	21	12.86		
1F 制震金物 (50個)	階方向		DIT	筋交	変形量 (cm)	非制震比
	2階	X	0	9	14.03	0.83
		Y	0	8	9.35	0.64
	1階	X	13	5	6.76	0.54
Y		12	9	7.98	0.62	

写真3, 写真4に設置状況の写真を示す。本物件で、制震金物10ヵ所、既存金物10ヵ所における設置時間及び施工精度の計測を行った。事前調整を十分に行い、目標とした既存金物50秒/個、制震金物60秒/個を十分に満足した。施工精度に関しては、すべての設置箇所を目標誤差の±5mm以下を満足した。



写真3 設置状況



写真4 設置状況

### 3. 耐震補強への適用

耐震診断を行い、倒壊の可能性が高い1988年築の2階建て木造住宅（1F床面積85.29m<sup>2</sup>, 2F床面積33.95m<sup>2</sup>, 建物高さ7.70m）に、耐震補強として制震金物を設置した。

今回の耐震補強は、間取りを変更することなく、できる限り安価で耐震性能を向上させる目的で、重い屋根を軽い屋根に葺き替え（写真5, 写真6）、最も耐力の低かった1F-X方向の筋かい壁を増設し、制震金物計16個を設置した（図1）。耐震補強前後の耐震診断結果を表3, 表4に、地震応答解析によるJMA Kobe NS-50kine入力時の最大応答変位の比較を表5に各々示す。耐震補強+制震効果として、最大57%の応答変位の低減が期待できる。

写真7, 写真8に制震金物の設置状況を示す。学生でも問題なく取り付けることが可能で、施工精度も目標誤差の±5mm以下を満足していることを確認した。



写真5 瓦葺屋根



写真6 化粧スレート屋根

表3 耐震診断結果（耐震補強前）

		必要耐力	保有する耐力	耐力の評点	判定
2階	X方向	23.49	8.32	0.35	倒壊する可能性が高い
1階		65.72	10.94	0.17	倒壊する可能性が高い
2階	Y方向	23.49	10.21	0.43	倒壊する可能性が高い
1階		65.72	45.96	0.70	倒壊する可能性が高い

表4 耐震診断結果（耐震補強後）

		必要耐力	保有する耐力	耐力の評点	判定
2階	X方向	12.01	29.29	2.44	倒壊しない
1階		56.63	87.47	1.54	倒壊しない
2階	Y方向	12.01	32.76	2.73	倒壊しない
1階		56.63	64.41	1.14	一応倒壊しない

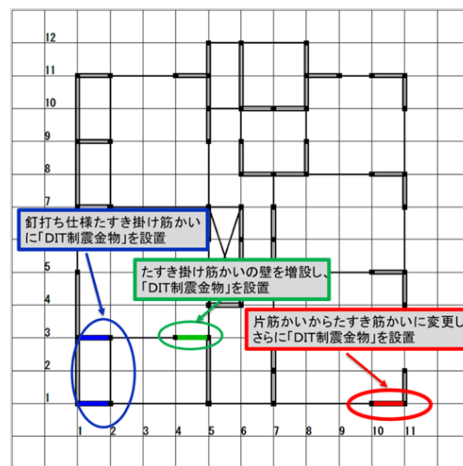


図1 耐震補強図

表5 耐震補強前後の最大応答変位の比較

Kobe NS-50kine		耐震補強物件					
補強前	階方向	DIT	筋交	変形量 (cm)	層間変型角 (rad)	補強前比	
	1階	X	0	16	13.38	1/22	
Y		0	14	15.74	1/19		
1F DIT(16個) +既存金物 (38)	階方向	DIT	筋交	変形量 (cm)	層間変型角 (rad)	補強前比	
	1階	X	8	11	5.78	1/52	0.43
Y		0	14	7.53	1/40	0.48	



写真7 設置状況



写真8 設置状況

### 4. まとめ

- ・ 新築木造住宅の1, 2階すべての1P筋かいに制震金物を設置した結果、最大51%の応答変位の低減が期待でき、施工上問題のないことを確認した。
- ・ 新築木造住宅の1階のみすべての1P筋かいに制震金物を設置した場合でも、最大48%の応答変位の低減が期待でき、施工上問題のないことを確認した。
- ・ 制震金物を適用した耐震補強により、間取りを変更することなく、最大57%の応答変位の低減が期待でき倒壊を免れる結果となり、施工上問題のないことを確認した。

\* 鎌田建設株式会社

\*\*第一工業大学建築デザイン学科 教授・工博

\*\*\*横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院 博士（工学）

\* Kamada Construction Co., Ltd.

\*\* Professor, Daiichi Institute of Technology, Dr. Eng.

\*\*\* Yokohama National University, Dr. Eng.